

Wertigkeit der Skelettszintigraphie mit
 ^{99m}Tc Pyrophosphat
bei degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen

Joachim Klüter

1977

Aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie
der Universität München

Direktor: Prof. Dr. J. Lissner

Wertigkeit der Skelettszintigraphie mit ^{99m}Tc -Technetium-
Pyrophosphat bei degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



Vorgelegt von

Joachim Klüter

aus

Bünde

München 1977

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. W. Frey

Mitberichterstatter: Prof. Dr. J. Lissner

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 5.7.1977



Meiner Frau Christel gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Themastellung	1
II. Die Aufgaben der Skelettszintigraphie im allgemeinen und ihre Erfahrung mit den Nukle- iden Strontium 85 und 87m	2- 3
III. Die Wirkung von ^{99m}Tc -Pyp in der Skelettdiagno- stik	3
IV. Extraossäre Anreicherung des ^{99m}Tc -Zinn-Phos- phat-Komplexes	4
V. Eigene Untersuchungen	5
1. Methode	5
2. Untersuchungsgut	5-17
VI. Diskussion	18-19
VII. Schlußzusammenfassung	20
VIII. Literaturverzeichnis	21-24

Die Skelettszintigraphie wird in Verbindung mit dem Röntgenbild schon seit Jahren zum Nachweis von Metastasen genutzt. Das Szintigramm stellt die örtliche Aktivitätsverteilung dar. Es zeigt Form, Größe und Lage des Knochenbefundes und hat damit nahe Beziehung zum Röntgenbild.

Im Gegensatz zur Röntgendiagnostik beruht dieses Isotopenverfahren auf der Kinetik der knochensuchenden Substanzen im Knochengewebe und ist somit Funktionsuntersuchung des Knochens. Man nützt das Szintigramm zur genauen örtlichen Darstellung einzelner Knochenpartien sowie des gesamten Skeletts.

In der nuklearmedizinischen Abteilung der Klinik und Poliklinik für Radiologie der Universität München wurden die Skelettuntersuchungen bis 1968 ausschließlich mit ^{85}Sr durchgeführt, da bis zu diesem Zeitpunkt die kurzlebigen Nuklide noch nicht zur Verfügung standen. Seitdem wird ^{85}Sr in der Regel nur noch bei malignen Knochenerkrankungen angewandt. Seit 1968 werden die lokalen Szintigramme fast ausschließlich mit dem kurzlebigen Nuklid $^{87\text{m}}\text{Sr}$ und ab Oktober 1972 hauptsächlich mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pyp durchgeführt (Frey 1973).

Seit langem ist bekannt, daß Metastasen bei Anwendung der Nuklide ^{85}Sr , $^{87\text{m}}\text{Sr}$ sowie $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pyp im Szintigramm anreichern. Meine Aufgabe besteht nun darin, festzustellen, ob Skelettszintigramme, durchgeführt mit dem kurzlebigen Nuklid $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pyp, auch bei degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen anreichern.

Die Aufgaben der Skelettszintigraphie im allgemeinen und ihre Erfahrung mit den Nukliden Strontium 85 und 87m

Die Skelettszintigraphie dient:

1. Zur orientierten Metastasensuche wegen ihrer relativ kurzen Dauer von ca. 30-40 Minuten (Bereich Schulter bis Becken einschließlich) und der Einfachheit der Durchführung.
2. Zum quantitativen Aktivitätsvergleich bei seitenlokalisierten Befunden.
3. Zur Abgrenzung einer diffusen Wirbelsäulenmetastasierung von einer Osteoporose, die manchmal röntgenologisch ähnlich aussehen kann (Frey 1969, Frey u.a. 1967).
4. Als Verlaufskontrolle nach Therapie.
5. Zur Feldeinstellung der Bestrahlung zusammen mit dem Röntgenbild. Wichtig hier deswegen, weil festgestellt wurde, daß Knochenherde manchmal zahlreicher und ausgedehnter sind, als durch das Röntgenbild vermutet wird (Frey u.a. 1967, Kolar u.a. 1968).
6. Allgemein kann man sagen, dient die Skelettszintigraphie der Aufdeckung und Beobachtung von Prozessen im Knochenbereich, die mit einem vermehrten Stoffwechsel der Knochenmineralien einhergehen.

Einschränkend muß hinzugefügt werden, daß bei der Szintigraphie immer nur eine Bereichsdiagnose möglich ist, die bei einem Wirbelkörper z.B. nicht die Unterscheidung von Korpus, Bogenwurzel oder Processus spinosus gestatten würde.

Zu Punkt 6 läßt sich sagen, daß in zahlreichen Arbeiten gezeigt wurde, daß die Feststellung einer Strontiumanreicherung auf vielerlei Ursachen zurückgehen kann. Diese reichen von den physiologischerweise mit hohem Strontiumumsatz einhergehenden Wachstumszonen des Knochens (Qubimby u. Mitarb. 1968, Stahlhofen 1961) über gutartige Prozesse mit pathologischem Stoffwechsel (Rosenthal 1965), Knochenfrakturen (Bauer und Wendeberg 1959 u. 1961), entzündliche Erkrankungen (Kolar u.a.), degenerative Gelenkerkrankungen (Kettunen u. Kekonen 1964, Rosenthal 1964),

Knochensystemerkrankungen (Klein u. Lund 1964, Rosenthal 1964) zu dem Metastasenbefall (Bauer u. Wendeberg 1959, Charkes u. Skloff 1964, Rosenthal 1964, Simpson u. Mitarbeiter 1963, Frey u. Mitarbeiter 1967).

Die Wirkung von $^{99m}\text{Tc-Pyp}$ in der Skelettdiagnostik

$^{99m}\text{Tc-Pyp}$ besitzt eine Halbwertszeit von 6 Stunden und eine Gammastrahlung von 0,140 MeV, wobei die Strahlenbelastung des gesunden Knochens (Bell 1972) selbst nach Applikation von 1 bis 10 mCi noch unter 1 rd liegt; $^{99m}\text{Tc-Pyp}$ 0,05 rd/mCi, man gibt bis 10 mCi. Außerdem ist das Nuklid aufgrund der niedrigeren Gammastrahlenenergie für Untersuchungen mit der Gammakamera gut geeignet. Die Szintigramme werden meist 2 bis 6 Stunden nach der i.v. Applikation der Aktivität durchgeführt. Das Aktivitätsverhältnis zwischen Knochen und Blut ist beim Tc-Pyp nach 3 Stunden nur 10,95 und nach 6 Stunden erst 11,35. Frey und Mitarbeiter haben weiterhin festgestellt, daß in spongiösen Knochenteilen die Anreicherung immer deutlich höher als in kompakten Knochen ist, so daß schon normalerweise über die Wirbelsäule, dem Becken, dem Sternum, den Rippen und vor allem den gelenksnahen Metaphysen und Epiphysen der Röhrenknochen höhere Aktivitäten registriert werden als über dem Schaft der Extremitätenknochen.

Beim $^{99m}\text{Tc-Pyp}$ kommt es ferner zu einer deutlichen Mitdarstellung beider Nieren und der Blase (s. Abb. der Szintigramme), da diese Nuklide, vermutlich als Orthophosphat, über die Niere ausgeschieden werden.

Strahlenbelastung der Nieren beim $^{99m}\text{Tc-Pyp}$ = 0,09 rd/mCi, Strahlenbelastung der Blase = 0,03 bis 0,09 rd/mCi (Bell 1972). Bei Szintigraphien des Beckens ist deshalb stets die Blase vor der Untersuchung entleeren zu lassen.

Extraossäre Anreicherungen des ^{99m}Tc -Zinn-Phosphat-Komplexes

Es ist bekannt, daß sich Strontium Isotopen (^{85}Sr , ^{87m}Sr) in tumorös oder chronisch entzündlich veränderten Weichteilen konzentrieren können (Chauduri 1972). In neuerer Zeit häufen sich Mitteilungen (Bartusch u.a. 1974, Bell 1972, Berg u.a. 1973, Bonte u.a. 1974, Büll u.a. 1974, Chauduri u.a. 1974, Fitzer 1974) über den szintigraphischen Nachweis eines ähnlichen Verhaltens auch von ^{99m}Tc -markierten Zinn-Phosphat-Komplexen. Bei den oft intensiven szintigraphischen Anreicherungen in den akuten und subakuten Stadien von Gelenksentzündungen und von Arthrosen im Reizzustand sind neben der Knochenabsorption des Nuklids auch Weichteileinlagerungen des ^{99m}Tc -Zinn-Phosphat-Komplexes zu berücksichtigen, die sich hier vor allem an frisch gebildetes Kollagen anlagern (Rosenthall 1975), das in verstärktem Maße im Granulationsgewebe, Panusgewebe und Osteoid vorkommt. Extraossäre Einlagerungen kommen außer bei Weichteilschwellungen, Ergüssen und Abszessen im Rahmen entzündlicher Veränderungen auch unter ganz andersartigen Bedingungen zustande, wie bei Myokard- und Hirninfarkten, innerhalb bestrahlten Gewebes und von Amyloidablagerungen, nach intramuskulärer Injektion von Eisen-Dextran-Komplexen, bei malignen Synovialiomen und bei einer Reihe von Tumoren, wie Bronchial-Carcinomen, Adenocarcinomen der Leber, Neurinomen und Lymphomen (Rodmann 1976, Büll u. Frey 1975).

Eigene Untersuchungen

I. Methode

Den Patienten wurde das kurzlebige ^{99m}Tc -Pyp in einer durchschnittlichen Aktivität von etwa 6-10 mCi i.v. verabreicht. Die Aktivität wurde jeweils im Curietest-Gerät Nr. 781106 von Siemens überprüft. Das ^{99m}Tc entnahmen wir dem Molybdän-Zinn-Tech-netium Generator der Behringwerke AG und vermischten die entnommene Aktivität mit einer genau dosierten Pyrophosphatmenge. Die Untersuchung erfolgte größtenteils nach 2,5 Stunden p.i. Die Szintigramme wurden am OHIO Nuclear Modell 84 HD Dual-Eight durchgeführt. Dies ist ein Doppel-Detektor-Scanner mit 8-Zoll-Kristallen. Der Scannbereich wird durch einfache Einstellung am Bedienungspult gewählt. Die maximale Scan-Geschwindigkeit 750 cm/min wird durch ein Präzisions-Zehngang-Potentiometer kontrolliert. Das Gerät verfügt über eine Scanfläche von 61 x 190 cm. Ein Szintigramm der Wirbelsäule dauerte im Durchschnitt 30 bis 45 Min. Die Zeit war abhängig von der Länge des Patienten und von der injizierten Aktivität. Die Abbildungsverkleinerung des Scanners erlaubte die normale Bildgröße auf 2:1 zu verkleinern, in der alle Szintigramme ausgeführt wurden (s. Abb.).

II. Untersuchungsgut

Es wurde bei 54 Patienten mit röntgenologisch degenerativen Wirbelsäulenveränderungen ein Skelettszintigramm durchgeführt, davon 25 Frauen und 29 Männer. Ihr Durchschnittsalter lag bei 60 Jahren. Die Patienten zeigten röntgenologisch und klinisch keinen Hinweis auf Knochenveränderungen, die durch eine maligne Grunderkrankung bedingt sein könnte, trotzdem zeigen 7 von den 54 durchgeführten Szintigrammen eine vermehrte Nuklidanreicherung.

Im folgenden Teil stelle ich diese 7 und noch 4 weitere markante Fälle aus meinem Patientengut vor. Hier handelt es sich um 2 Fälle von blander Ostitis, einmal mit Anreicherung im Szintigramm und einmal ohne Anreicherung. Hinzu kommen eine Spondylarthrosis oder -itis? mit deutlicher Anreicherung im entzündli-

chen Bereich und zum anderen eine infektiöse Spondylitis, die auch im entzündlichen Bereich eine massive Nuklidanreicherung im Szintigramm erkennen läßt. Von den restlichen 7 Fällen, die hier vorgestellt werden, zeigen 4 weitere deutliche Anreicherungen und ein Fall eine nur sehr geringe Anreicherung im Szintigramm. In Abb. 4 tritt neben den rein degenerativen Veränderungen eine Wirbelfraktur auf und auch nur in diesem Bereich zeigt das Szintigramm eine vermehrte Nuklidanreicherung. In Abb. 5 zeigt sich bei einer deutlichen Spondylosis hyperostotica eine pathologische Anreicherung über massive Osteophyten und Abb. 6 zeigt eine deutlich umschriebene Herdanreicherung über LWK 5 linkslateral. Im Röntgenbild hier erhebliche Gelenkspaltverschmälerungen zwischen LWK 5/S1. Abb. 7 zeigt im Szintigramm einen kleinen umschriebenen Herdbefund an der mittleren BWS linksseitig bei hier im Röntgenbild hervortretender umschriebener Spondylosis Zacke. Es zeigen sich aber auch an den anderen Wirbelkörperkanten grobe, spornartige teils überbrückende Ausziehungen. Hier zeigt sich im Szintigramm aber keine vermehrte Nuklidanreicherung. Die Abbildungen 10 und 11 stehen stellvertretend für die restlichen Szintigramme, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt worden sind.

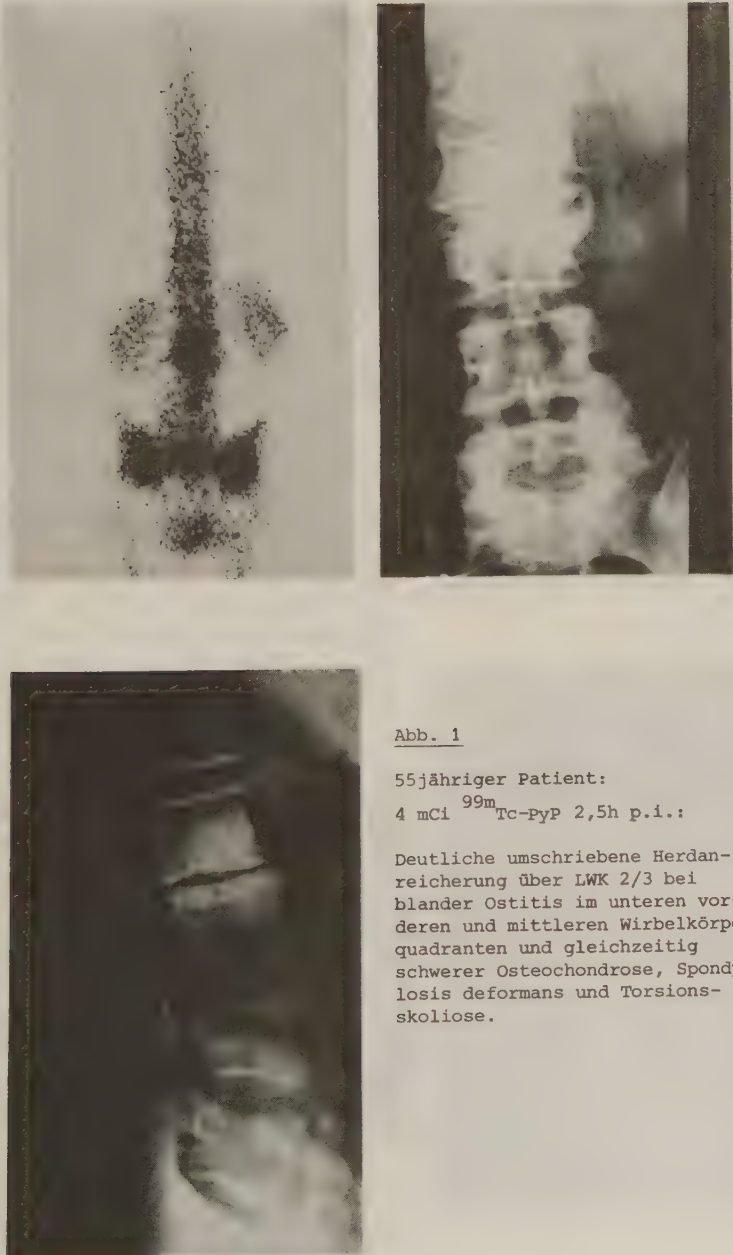


Abb. 1

55jähriger Patient:

4 mCi $^{99m}\text{Tc-PyP}$ 2,5h p.i.:

Deutliche umschriebene Herdanreicherung über LWK 2/3 bei blander Ostitis im unteren vorderen und mittleren Wirbelkörperquadranten und gleichzeitig schwerer Osteochondrose, Spondylitis deformans und Torsions skoliose.

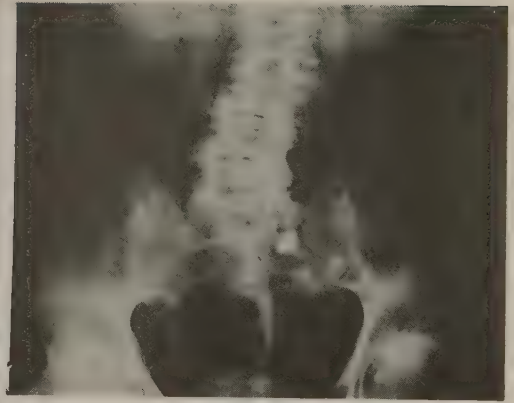


Abb. 2

78jähriger Patient: 4mCi $^{99m}\text{Tc-PyP}$ 2,5h
p.i.:

Sehr starke umschriebene Anreicherung über LWK 3/5 bei Spondylarthrosis (itis?), schwerer Osteochondrose, Spondylosis deformans und Torsionsskoliose. Gleichzeitig Polyarthrititis von großen Gelenken mit destruierender Koxitis rechtsseitig. Deshalb zusätzliche, sehr intensive Anreicherung über der rechten Hüftgelenksgegend. Die Anreicherung über LWK 3/4 evtl. ist als Mitreaktion bei der chronischen Polyarthrititis entzündlich zu deuten.



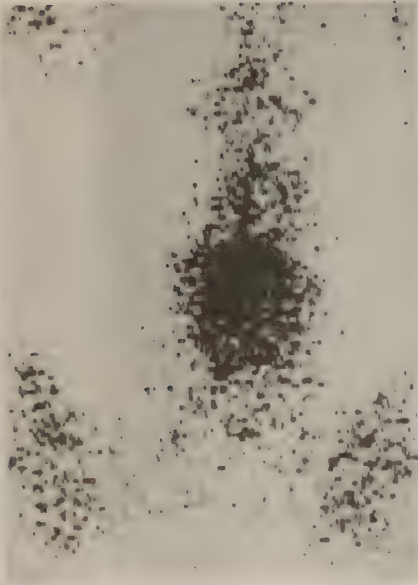


Abb. 3

50jährige Patientin:

4mCi $^{99m}\text{Tc-PyP}$ 4h p.i.

Infektiöse Spondylitis LWK 4/5 zwischen März und Juni 1973. Klinisch am 26.6.1973 schon im Reparationsstadium. Die stärksten klinischen Erscheinungen mit gleichzeitiger eitriger Pyelonephritis vor 6 Wochen. Jetzt noch starke Herdanreicherung im Szintigramm, die für noch vorliegende Entzündung spricht. Anamnestisch seit 1945 mehrmalige Osteomyelitiden in beiden Oberschenkeln und im rechten Kniegelenk mit operativer Ausräumung, letztmals 1968.



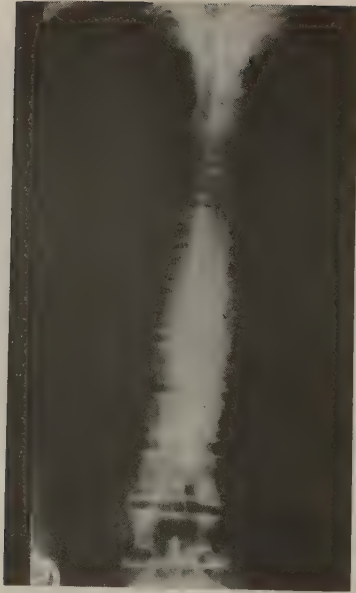


Abb. 4

67jährige Patientin:

8mCi $^{99m}\text{Tc-PyP}$ 2h. p.i.:

Im Szintigramm zeigt sich im Bereich der mittleren Brustwirbelsäule eine deutliche Nuklidanreicherung. Das Röntgenbild zeigt hier eine Wirbelfraktur. Ausgeprägte Kyphose, bei angedeuteter Skoliose der oberen BWS. Höchstgradige Osteoporose mit Keilwirbelbildung von BWK 6/9. Bei BWK 9 ist zusätzlich die Deckplatte eingebrochen. Im übrigen relativ geringfügige degenerative Veränderungen, lediglich BWK 11 zeigt am Unterrand ventralwärts einen ausgeprägten spondylotischen Randzacken, aber hier zeigt sich keine vermehrte Nuklidanreicherung im Szintigramm.

Abb. 5

65jähriger Patient:

8 mCi ^{99m}Tc -PyP

2,5h p.i.:

Deutliche Spondylosis hyperostotica mit Überklammerungen an der BWS ausgeprägter als an der LWS. Schwere Osteochondrose im Bereich LWK 4/5 und LWK 5/S1. Hier besonders im Bereich LWK 4/5 im Szintigramm pathologische Anreicherung über massive Osteophyten.



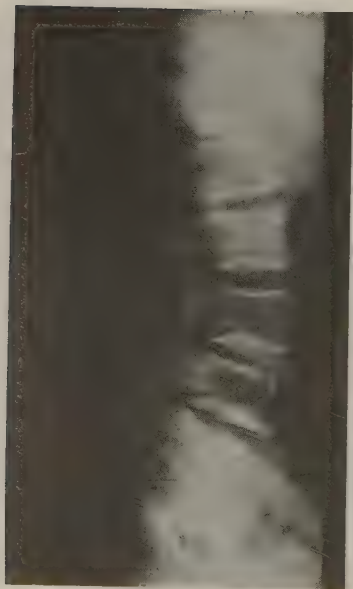
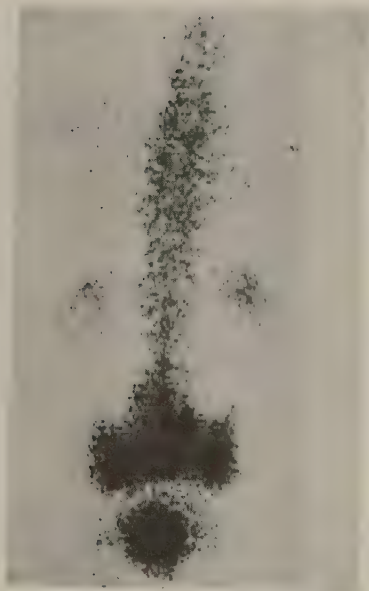


Abb. 6

56jähriger Patient:

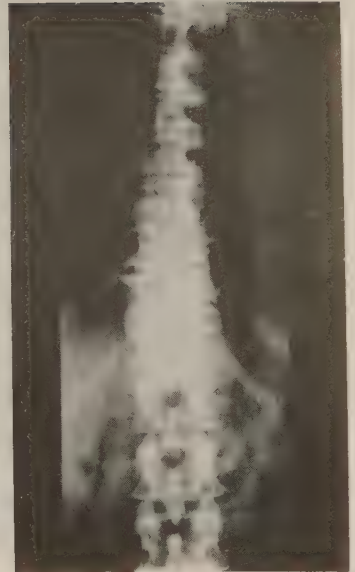
8mCi ^{99m}Tc-PyP 2,5h p.i.:

Deutliche umschriebene Herdanreicherung über LWK 5 links lateral. Im Röntgenbild hier erhebliche Gelenkspaltverschmälerung zwischen LWK 5/S1. Ventralwärtsverlegung von LWK 3 zu LWK 4 um 0,5 cm und LWK 4 zu LWK 5 um 1cm. Erhebliche Osteochondrose und Spondylosis deformans am lumbosacralen Übergang.

Abb. 7

68jährige
Patientin:
8mCi ^{99m}Tc -
PyP 2,5h
p.i.:

Im Szintigramm umschriebener kleiner Herdbefund an der mittleren BWS links-seitig bei hier im Röntgenbild hervortretender umschriebener Spondylosis-Zacke und Ver-schmäle-rung des Zwischenwir-belraumes links-late-ral bei leichter rechts-kon-vexer Tor-sionssko-liose. Grobe sporn-artige, teils über-brückende Ausziehungen an allen Wirbelkör-perkanten ventral und lateral so-wie geringe Sklerosie-rung der Grund- und Deckplatten. Im Bereich der BWS sind die Verände-rungen ausge-prägerter als an der LWS.



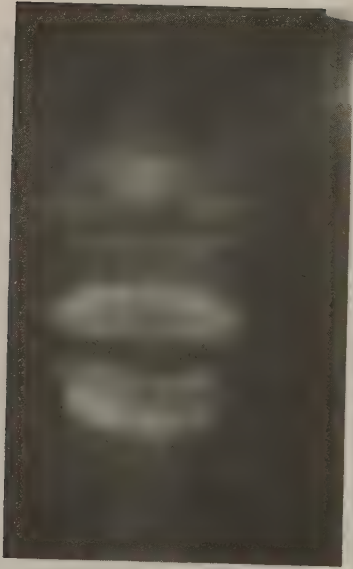


Abb. 8

36jähriger Patient:

4mCi ^{99m}Tc -PyP 2h p.i.:

Hier handelt es sich um eine ausgedehnte blander Ostitis bzw. deren Folge mit groben bandförmigen Sklerosierungen, vor allem im mittleren Drittel der WK LWK 4 und LWK 5 reaktive Spondylosis deformans und Sklerosierungen im Gebiet der Abschlußplatten. Trotz dieser Feststellungen ist im Szintigramm keine vermehrte Nuklidanreicherung zu erkennen. Als sicheres Zeichen für einen Bandscheibenschaden sind die reaktiven spondylotischen Randwülste und die Verschmälerung des Bandscheibenraumes LWK 4/5 vorhanden, ferner die Unregelmäßigkeiten an den Grund- und Deckplatten.



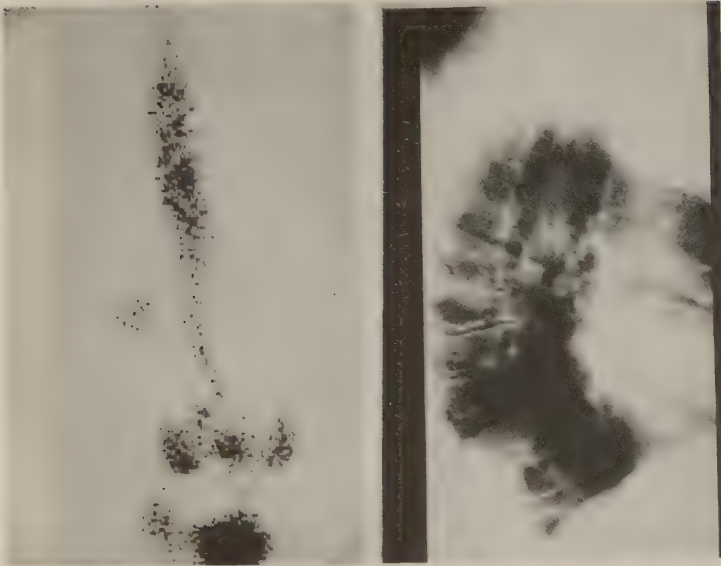
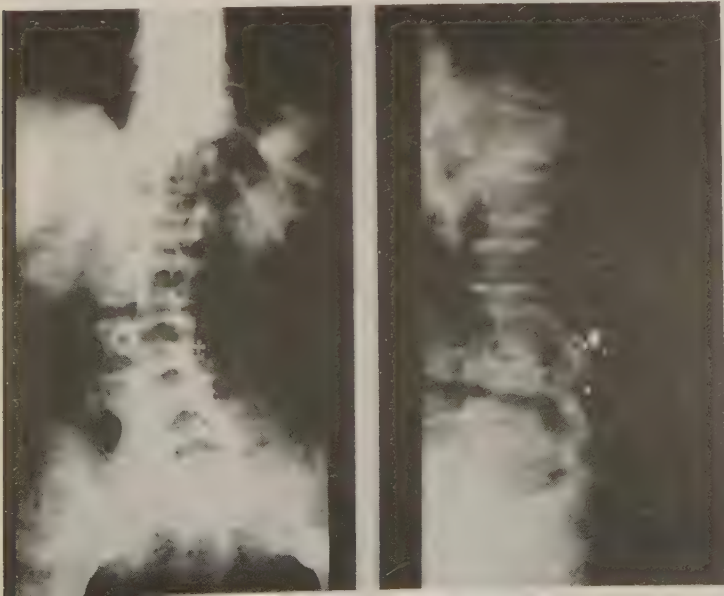


Abb. 9 60jährige Patientin: 8mCi $^{99m}\text{Tc-PyP}$ 2h p.i.: Keine vermehrte Nuklidanreicherung im Szintigramm, obwohl LWS und der untere Anteil der BWS torquiert und achsenverschoben sind, im Sinne einer links-konvexen Kyphoskoliose. Erhebliche Osteoporose und Osteochondrose bei geringer Spondylose und keilförmig deformierten Wirbeln in der mittleren BWS.



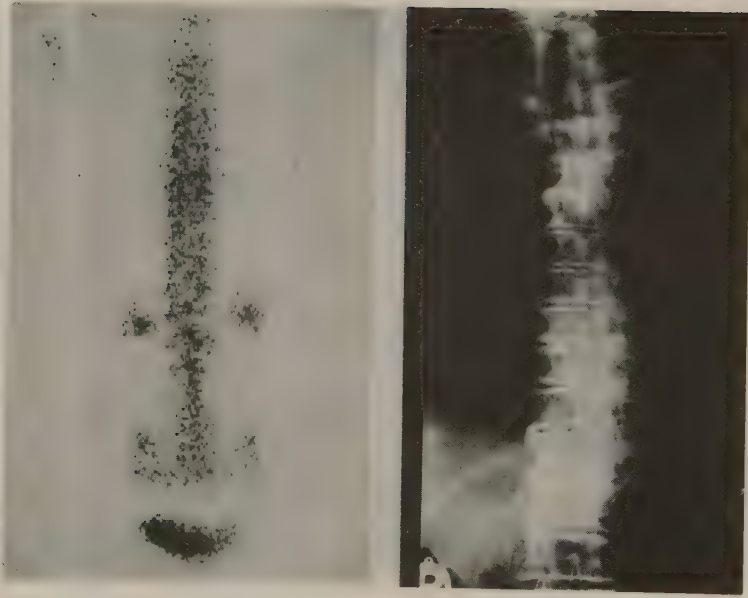


Abb. 10 77jährige Patientin: 8 mCi ^{99m}Tc -PyP 2h p.i.: Trotz sehr starker Spondylosis deformans keine Anreicherung im Szintigramm. Besonders starke Osteophyten an LWK 2/3 links- und LWK 4/5 rechts lateral. Osteochondrose an LWK 5/S1. Hier und an LWK 2/3 geringe Sklerosierung der Grund- und Deckplatten.



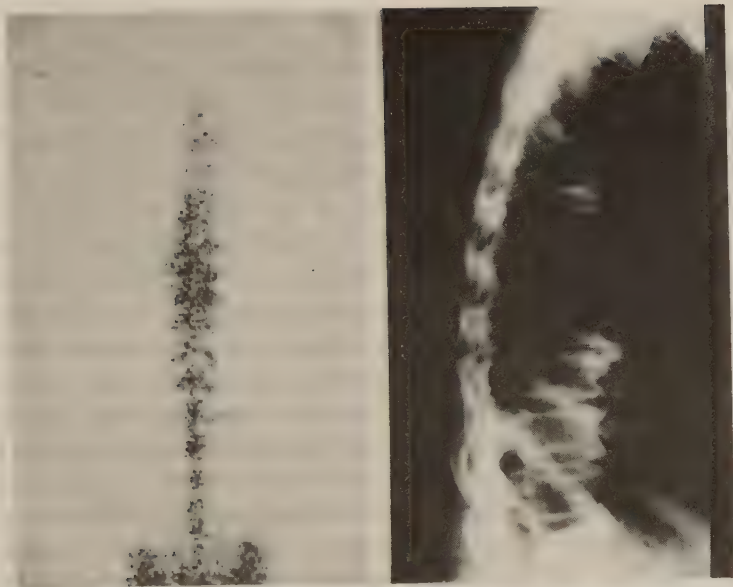
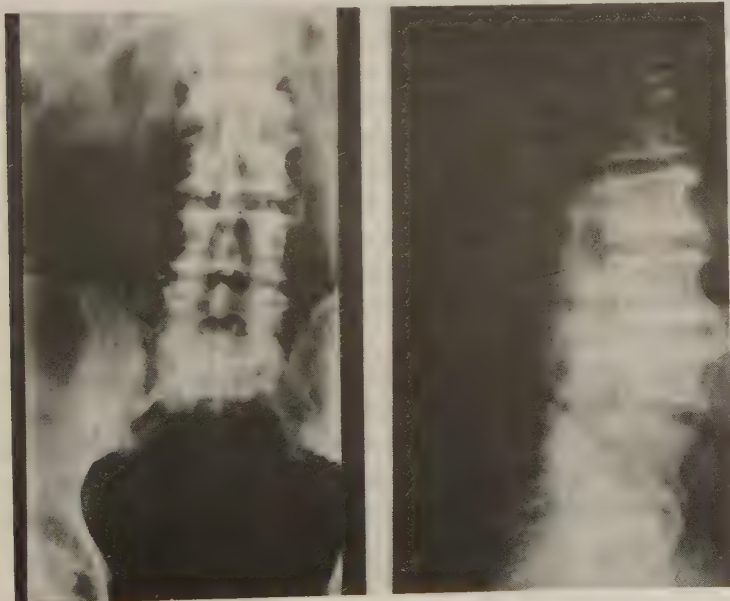


Abb.11 82jähriger Patient: 8 mCi ^{99m}Tc -PyP 2,5h p.i.: Trotz stärkster Spondylosis deformans keine vermehrte Nuklidanreicherung im Szintigramm. Besonders grobe Osteophyten an BWK 8/9, LWK 3/4 und LWK 5/S1. Außerdem geringe Sklerosierung der Grund- und Deckplatten von LWK 2/3 und LWK 3/4.



Diskussion

Der Einsatz der Nuklearmedizin bei Skeletterkrankungen des Körperstammes bedeutet mit der Hereinnahme der Dynamik des Mineral-einbaues nicht nur eine Bestätigung von röntgendiagnostischen Befunden, sondern in vielen Fällen eine für Diagnose, Therapie und Prognose wesentliche Mehrinformation. Die Szintigraphie im Klinikalltag dient hauptsächlich zur Aufdeckung und Verlaufsbeobachtung von multiplen Knochenherden. Hier stellte sie vor allem für die Metastasensuche eine von der Klinik nicht mehr wegzudenkende, täglich geforderte Screening-Methode dar, die technisch mit modernen Gamma-Kamera-Systemen oder Ganzkörperszintigraphie-Meßplätzen in kurzer Zeit erfolgen kann. Auch aus Gründen der geringen Strahlenbelastung des Patienten sollte sie vor der zeitraubenden Röntgenuntersuchung größerer Skelettabschnitte durchgeführt werden. Auch wenn mit den modernen Schnellscannern und dem Einsatz der kurzlebigen Nukliden ^{87m}Sr und $^{99m}\text{Tc-PyP}$ oder $^{99m}\text{Tc-Diphosphonat}$ Screening Untersuchungen des gesamten Körperstammes innerhalb einer halben Stunde möglich geworden sind, so können die dabei aufgedeckten Herde doch erst anschließend mit der Röntgendiagnostik anatomisch richtig zugeordnet werden. Die szintigraphische Diagnose "umschriebener Herd mit hoher Aktivitätsanreicherung" ist vieldeutig und wird praktisch bei allen primären malignen osteoplastischen Knochentumoren und osteoplastischen Knochenmetastasen, bei den meisten gemischt osteolytisch-osteoplastischen Knochentumoren und Metastasen, bei frischen Wirbelfrakturen in den ersten Monaten aber frühestens nach 2 Tagen (Abb. 4) und bei den akuten und subakuten Osteomyelitiden, aber auch manchmal bei röntgenologisch vorwiegend wie degenerativ aussehenden Wirbelveränderungen, wie bei "blander" Ostitis zusammen mit schwerer Spondylosis deformans und Osteochondrose (Abb. 1) oder z.B. bei Kombinationen von Spondylosis deformans, Osteochondrose, Torsionsskoliose und Spondylarthrose (itis) im entzündlichen Reizzustand (Abb. 2) bei gleichzeitiger chronischer Polyarthrititis der großen Gelenke, sowie beim Morbus Paget uneingeschränkt und beim Morbus Bechterew mit gewissen Einschränkungen gebraucht. Trotz dieser Viel-

deutigkeit "positiver" Szintigramme, ist es doch praktisch sehr bedeutsam, daß sich davon Krankheitsgruppen oder Stadien abgrenzen lassen, die in der Regel keine oder nur geringgradige Anreicherungen aufweisen, wie die reinen degenerativen Wirbelveränderungen, Spaltwirbel, Halbwirbel, Spondylolisthesis, Hämangiomwirbel, grobsträhnige Wirbel bei sogenannter hypertrophischer Atrophie, osteoporose Wirbel mit und ohne Höhenminderung.

Bei Verwendung kurzlebiger Nuklide wie ^{87m}Sr , $^{99m}\text{Tc-PyP}$ oder $^{99m}\text{Tc-Diphosphonat}$ kann bei Knochen und Gelenksentzündungen die Anreicherung außer durch den vermehrten Mineraleinbau im Knochen auch zusätzlich durch Weichteileinlagerungen hervorgerufen sein, da sich 2 bis 6 Stunden p.i. noch ein nicht unwesentlicher Prozentsatz der Aktivität im Blut und in den Weichteilgeweben befindet und sich bei Entzündungen hier relativ anreichern kann. (Büll u. Frey 1973, Sauer 1971, Subramanian 1972). Hier möchte ich auch noch einmal an die Aussage von Rosenthal erinnern, daß neben der Knochenabsorption des Nuklids auch Weichteileinlagerungen des $^{99m}\text{Tc-Zinn-Phosphat-Komplexes}$ zu berücksichtigen sind, die sich vor allem an frisch gebildetes Kollagen anlagern.

Bei den Abb. 5, 6 und 7 liegt die Vermutung nahe, daß es sich um Aktivitäten in den Weichteilgeweben handelt, die sich im Szintigramm positiv darstellen oder um entzündliche Veränderungen, die noch nicht erkannt worden sind, da ich in röntgenologisch ähnlichen und noch weit ausgeprägteren Fällen im Szintigramm keine vermehrte Aktivitätsanreicherung über Osteophyten feststellen konnte.

Schlußzusammenfassung

Bei degenerativen Wirbelveränderungen fanden De Fiore und Nilsson 1969 und Feldmeier 1969 weder bei geringen noch bei hochgradigen Formen pathologische ^{85}Sr Anreicherungen, und auch ich konnte bei röntgenologisch ausgeprägten Osteochondrosen, Spondylosis deformans und Spondylarthrosis sowie Skoliosen nur in 3 Fällen von 54 eine vermehrte Anreicherung im $^{99\text{m}}\text{Tc-PyP}$ -Szintigramm nachweisen.

Sehr deutliche Herdbildung trat jedoch in 4 Fällen auf, wenn außer den rein degenerativen Veränderungen eine Wirbelfraktur (Abb. 4) oder zusätzliche Osteoplasien wie die einer "Ostitis condensans" des Wirbelkörpers (Abb. 1) oder entzündliche Reizzustände mit vermehrtem Mineralumbau, wie ich dies zum Beispiel in einem Fall von chronischer Polyarthrit der großen Gelenke (Koxitis und Gonitis) und gleichzeitiger kombinierter Spondylarthrosis (itis?), Spondylosis deformans, Osteochondrose und Torsionskoliose der unteren LWS beobachtete (Abb. 2) sowie bei einer infektiösen Spondylitis (Abb. 3). Vom Röntgenbild her hätte man in diesen sowie in den anderen 3 Fällen eine Anreicherung nicht voraussagen können.

Bei den Abb. 5, 6 und 7 liegt die Vermutung nahe, daß es sich auch um entzündliche "Reizzustände" mit vermehrtem Mineralumbau handelt oder daß es sich um Aktivitäten in den Weichteilgeweben handelt, die sich im Szintigramm positiv darstellen. Abgesehen von diesen letzten 3 Fällen komme ich bei meiner Untersuchung mit $^{99\text{m}}\text{Tc-PyP}$ zu den gleichen Ergebnissen wie sie von Büll u. Frey 1973 sowie von De Fiore u. Nilsson 1969 und einigen anderen mit ^{85}Sr erzielt worden sind.

Literaturverzeichnis

Bartusch, L., P. Meister, U. Büll, K.H. Welsch:

Das alveoläre Weichteilsarkom der Skelettmuskulatur.

Münch. med. Wschr. 116, 923 (1974)

Bauer, G.C.H., and Wendeberg, B.:

External Counting of Ca-47 and Sr 85 in Studies of Localized Skeletal Lesions in Man.

J. Bone and Joint Surg. 41-B (1959), 558-580

Bell, E.G.:

Nuclear Medicine and Skeletal Disease.

Hospital Practica, State University of New York 7 (1972), 49

Berg, G.R., L. Kalisher, J.D. Osmond, H.P. Pendergrass, M.S. Potsaid:

^{99m}Tc -Diphosphonate concentration in primary beast carcinoma.

Radiologie 109: 393 (1973)

Bonte, F.J., R.W. Parkey, K.D. Grahm, J. Moore, M. Stokely:
A new Method for radionuclide imaging of myocardial infarct.

Radiologie 110: 473 (1974)

Büll, U., M. Schattenkirchner, K.W. Frey:

Vergleich röntgenologischer und szintigraphischer Befunde bei der Spondylosis ankylopoetica (sog. M. Bechterew).

Fortschr. Röntgenstr. 121: 369 (1974)

Büll, U., K.W. Frey:

Nuklearmedizinische Methoden in der Diagnostik von Knochenerkrankungen.

Charkes, N.D., D.M. Skaroff, J. Bierley:

Detection of Metastatic Cancer to Bone by Szintiscanning with Strontium-87m.

Amer. J. Röntgenol. Vol. XCI, 5 (1964), 1121

- Chauduri, T.K., T.K. Chauduri, J.H. Christie:
Tumor uptake of ^{99m}Tc -Polyphosphate: its similarity with ^{87m}Sr -Citrate and dissimilarity with ^{67}Ga -Citrate.
J. Nucl. Med. 15: 458 (1974)
- Chauduri, T.K., T.K. Chauduri, J.H. Christie:
Uptake of radiostrontium in lungs and other extra-osseous tissues.
J. Nucl. Med. (Lett. Ed.) 13: 860 (1972)
- Feldmeier, W.: Profilmessungen mit Strontium 85 bei gesunder und erkrankter Wirbelsäule.
Med. Dissertation München 1969
- De Fiore, J.C., E.R. Nilsson:
Uptake of ^{85}Sr in Osteoarthritis of the Spine in Man.
Acta Rad. Diag. 8 (1969), 321
- Frey, K.W.: Vortrag: Profilmessungen und Szintigraphie des Skeletts,
Deutscher Röntgenkongress Stuttgart (1969)
- Frey, K.W., U.Büll, M. Hueber:
Nuklearmedizinische Untersuchungen des Stammskeletts.
Röntgen-Berichte 2, 311 (1973)
- Frey, K.W., M.Sch. Scheybani, A. Sonntag, P.Fuchs:
Die Knochenszintigraphie mit Strontium 85 und ihre klinische Bedeutung.
Med. Klinik 62, 978-981 (1967)
- Frey, K.W., A. Sonntag, M.Sch. Scheybani, O. Krauss, P. Fuchs:
Knochenszintigraphie mit Strontium 85.
Fortschr. Röntgenstr. 106 (1967), 206-215
- Kettunen, K. and A. Kekonen:
Observations on the Strontium 85 Turnover of Osteoarthritic Hip in Man.
Am. Med. exp. Fenn. 43 (1965), 128-184

- Klein, E.W. and R. Lund:
Strontium 85 Photoscanning in Paget's Disease.
Amer. J. Roentgenol. 92 (1964), 195-201
- Kolar, J., L. Vyhnanek, J. Janec, A. Streda, V. Bed, M. Kralova,
A. Babicky and L. Janko:
Diagnostik mit radioaktiven Isotopen in der
Orthopädie.
Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete
104 (1968) 414-425
- Quimby, E.H., S. Feitelberg, S. Silver:
Radioaktive Isotopes in Clinical Practice.
Lea and Felbinger, Philadelphia (1968)
- Rodmann, St.G., H. Byun, K.E. Chung:
Soft tissue concentration of ^{99m}Tc -Phosphates
associated with injections of iron dextran complex.
J. Nuk. Med. 17, 374 (1976)
- Rosenthall, L.: The Role of Strontium-85 in the Detection of
Bone Disease.
Radiology 84 (1965), 75-83
- Rosenthall, L.: The Use of Strontium-85 for the Detection of
Bone Lesions.
J. Can. Ass. Radiol. 15 (1964), 53-59
- Rosenthall, L., M. Kaye:
Technetium ^{99m}Tc Pyrophosphate kinetics and imaging
in metabolic bone disease.
J. Nukl. Med. 16, 33 (1975)
- Sauer, R.: Die Stellung des Strontium-87m in der Skelett-
szintigraphie, vergleichende Untersuchungen mit
Strontium-85.
Schweiz. med. Wschr. 101 (1971), 1129
- Simpson, W.J., R.P. Orange:
Total Body Scanning with Strontium 85 in the
Diagnosis of Metastatic Bone Disease.
J. Can. Med. Ass. 93 (1965), 1237-1241

Stahlhofen, W.: Verteilung von Strontium 90 im Knochen.

In "Radiostrontium" Heft 18 der Schriftreihe
des Bundesministeriums für Atomkernenergie.

Gersbach u. Sohn, München 1961

Subramanian, G., J.G. Mc. Afee, E.G. Bell, R.J. Blair, R.E.

O'Mara, P.H. Ralston:

^{99m}Tc -labeled polyphosphate as a skeletal imaging agent.

Radiology 102, (1972) 701

Wendeberg, B.O.: Acta orthop. scand. Suppl. 52 (1961)

Herrn Professor Dr. K.W. Frey danke ich
herzlichst für die Überlassung des Themas
und die Korrektur der Arbeit.

Lebenslauf

Am 1. Juli 1946 wurde ich als Sohn der Eheleute Erwin und Irma Klüter, geb. Kollmeier in Bünde geboren.

Ich besuchte in Bünde die Volksschule und danach die Realschule in Minden. Nachdem ich ein zweijähriges, gelenktes Maschinenbaupraktikum abgeschlossen hatte, besuchte ich für zweieinhalb Jahre das Westfalen Kolleg in Bielefeld und legte im Juli 1969 die Reifeprüfung ab.

Im September 1969 heiratete ich. Im März 1975 wurde unsere Tochter geboren.

Zuerst studierte ich ein Semester in der Fachrichtung Lehramt an beruflichen Schulen in Metall- und Maschinenkunde an der Technischen Universität Hannover. Ab Sommersemester 1970 studierte ich in München Zahnmedizin. Im Herbst 1973 legte ich die zahnärztliche Vorprüfung ab, im Sommersemester 1976 bestand ich das Zahnmedizinische Staatsexamen.

